

Кретов В.С.
ИГУПИТ (Москва)

Экспертная система поддержки принятия решений в кризисных ситуациях

В ряде практически важных задач мы сталкиваемся с необходимостью принятия решений в условиях нечеткости и неполноты информации об объектах наблюдения. К таким задачам можно отнести, например, принятие решений по ликвидации последствий кризисных ситуаций (КС), вызванных природными (землетрясения, наводнения, смерчи, лесные пожары, сходы снежных лавин и т.д.) и техногенными (аварии на ядерных объектах и других опасных производствах, на борту космических аппаратов и т.д.) катастрофами. При этом все большую актуальность приобретает практика использования человеко-машинных экспертных систем (ЭС), поскольку в процессе принятия решений совершенно необходимым становится использование эксперта – специалиста в данной предметной области. К таким системам относится и разработанная нами Экспертная система поддержки принятия решений в кризисных ситуациях (ЭС ПРКС).

1. Принципы построения ЭС ПРКС

Эксперты выполняют следующие функции: пополнение базы знаний (БЗ); управление БЗ; принятие решения об оптимальном способе достижения целей в условиях неполноты и нечеткости информации.

В свою очередь, ЭС в целом, как инструмент принятия решений, автоматизирует действия эксперта, управляет потоками информации, обеспечивает хранение знаний и поддержку принятия решений.

Знания эксперта о решении задач в условиях нечеткости входных данных и достигаемых целей, как правило, также как и входная информация, имеют нечеткий характер. Для формализации и структурирования знаний применяется математический аппарат теории нечеткой логики. Нечеткие категории в данном случае формализуются в виде нечетких и лингвистических переменных, а нечеткость действий в процессе принятия решения – в виде

нечетких алгоритмов и нечетких деревьев решений. ЭС, формализующие нечеткие данные и обрабатывающие ее при помощи нечетких алгоритмов, называются нечеткими экспертными системами.

ЭС ПРКС включает в себя модуль накопления и управления знаниями экспертов и модуль нечеткого вывода.

Основное требование к модулю накопления и управления знаниями экспертов - возможность его легкого практического использования специалистом, не знакомым с языками программирования и сложными информационными технологиями. В то же время данный модуль должен обеспечить возможность качественного формирования гибкой базы знаний в соответствии с потребностями решаемой задачи. У нас это достигается построением объектной базы знаний [1], позволяющей хранить нечеткие знания и манипулировать ими.

В качестве базового механизма вывода для принятия решений использовалось дерево решений. При этом узлы дерева – значения характеристик, критичных при возникновении угроз, а классы – категории угроз. Каждому классу соответствует последовательность действий сотрудников по ликвидации последствий угроз. Наличие большого количества классов и нечеткий подход при принятии решения позволяет избежать примитивности решений, получаемых с помощью ЭС, что делает последнюю полезным и функциональным инструментом принятия решений.

ЭС строит набор правил, имеющих вид нечетких продукций и используемых для принятия решений на основе объектной базы знаний, куда включаются знания, извлеченные из всех доступных источников. Механизм построения правил аналогичен принципам построения правил классификации, описанным в [2]. По сути дела, ЭС обеспечивает автоматическую классификацию текущей кризисной ситуации, которой ставятся в соответствие рекомендации по преодолению кризисной ситуации, заложенные в соответствующие нормативные документы.

2. Реализованные функции ЭС ПРКС

ЭС ПРКС обеспечивает выполнение следующих функций:

1. ввод данных о прецедентах кризисных ситуаций из различных источников (поддерживаются все основные современные форматы; допускается ввод нечеткой информации, для чего предусмотрены специальные элементы управления);
2. автоматизированное (с участием эксперта) формирование правил классификации по обучающей матрице, составленной из описанных по схеме «признак-значение» прецедентов кризисных ситуаций;
3. формирование баз знаний в заданной предметной области - позволяет накапливать знания и обеспечивать удобный доступ к ним;
4. представление накопленных знаний и сформированных системой правил классификации на естественном языке;
5. автоматическая классификация текущей кризисной ситуации;
6. формирование рекомендаций по преодолению кризисной ситуации на основании действующих нормативных документов в соответствии с распознанным классом текущей кризисной ситуации (возможно с учетом управленческих решений, принятых в уже имевших место кризисных ситуациях);
7. проведение анализа статистических показателей качества дерева решений и мониторинга производительности аппаратной платформы ЭС ПРКС встроенными средствами.

3. Достоинства ЭС ПРКС

К числу основных достоинств ЭС ПРКС можно отнести следующие.

1. Возможность автоматизированного обучения с использованием отклассифицированной экспертом обучающей матрицы прецедентов кризисных ситуаций и автоматической классификации текущей кризисной ситуации с использованием ранее сформированных системой правил классификации.

2. Возможность работы со слабо формализованной нечеткой информацией. Для описания большинства объектов реального мира и тем более для описания кризисных ситуаций стандартные средства (такие, как реляционные таблицы) непригодны, т.к. вносят существенную погрешность в точность расчетов. В этой связи в ЭС ПРКС используется объектная модель базы знаний, реализован математический аппарат нечеткой логики и созданы элементы управления для работы с такими данными - движки, позволяющие пользователю задать уровень достоверности значений признаков в описании кризисных ситуаций.
3. Удобство работы с большими массивами данных (до 1000 прецедентов кризисных ситуаций, до 20 признаков и до 40 значений признаков описания КС по схеме «признак-значение») в базе знаний обеспечивается с помощью перемещаемой пользователем адаптивной панели инструментов.
4. Пользовательский интерфейс спроектирован с учетом требований к отображению большого объема информации без потери информативности и к понижению информационного «шума», для чего реализованы «полупрозрачные» экранные формы и подкрашивание элементов обучающей матрицы с разным уровнем достоверности в разные цвета с целью концентрации внимания пользователя на решаемой проблеме. Удобство взаимодействия с ЭС ПРКС обеспечивается также другими элементами «дружественного» интерфейса (выпадающие меню, графическая репрезентация результатов расчетов - диаграммы, деревья решений в графической форме, представление деревьев решений на естественном языке, выдача различных справок пользователю).
5. Возможность реализации в двух схемах компоновки: «клиент-сервер» и «desktop»; в первом варианте на сервере размещается база знаний, а на клиентах – пользовательский инструментарий, во втором варианте вся экспертная система размещается на одном компьютере.
6. Отсутствие зависимости от выбранной СУБД.

7. Возможность проведения анализа статистических показателей качества дерева решений встроенными средствами, позволяющими определить, в каком направлении следует повышать качество базы знаний, о кризисных ситуациях какого класса в обучающей выборке меньше всего знаний, какие атрибуты наиболее характерны для того или иного класса кризисных ситуаций и т.п.
8. Возможность проведения мониторинга производительности аппаратной платформы ЭС ПРКС встроенными средствами, позволяющего отслеживать до 5.000 параметров (от % загрузки процессора до интенсивности сетевого взаимодействия) с целью проведения более тонкой настройки компонентов искусственного интеллекта ЭС ПРКС. При этом у пользователя есть возможность приостанавливать on-line мониторинг, возобновлять его, регулировать параметры отображения результатов мониторинга (толщина линий графиков, количество графиков на экране, частота обновления графиков).

Список литературы:

1. Кретов В.С., Лебедев И.С. Построение нечеткой объектной базы экспертных знаний для автоматизированной системы классификации терактов // Научно-техническая информация. 2006. №6. С.
2. Кретов В.С., Лебедев И.С. Новый метод автоматической классификации террористических актов // Научно-техническая информация. 2006. №5. С.